



①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

⑫ **Offenl gungsschrift**  
⑩ **DE 197 27 123 A 1**

⑤① Int. Cl.<sup>6</sup>:  
**G 01 B 11/24**  
G 01 C 11/30

②① Aktenzeichen: 197 27 123.5  
②② Anmeldetag: 26. 6. 97  
④③ Offenlegungstag: 7. 1. 99

DE 197 27 123 A 1

⑦① Anmelder:  
OM Engineering GmbH, 47057 Duisburg, DE  
  
⑦④ Vertreter:  
Jabbusch und Kollegen, 26135 Oldenburg

⑦② Erfinder:  
Antrag auf Nichtnennung

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

- ⑤④ Einrichtung zur berührungslosen Vermessung einer Oberfläche insbesondere der Oberfläche der menschlichen Haut
- ⑤⑦ Einrichtung zur berührungslosen Vermessung der Oberfläche einer Probe, insbesondere der Oberfläche einer Haut-Replika, mit einem Lasersensor, dem eine Auswertung zwecks Umsetzung der Meßwerte beziehungsweise Bilddaten in ein zwei- oder dreidimensionales Bild der vermessenen Oberfläche nachgeschaltet ist. Der Lasersensor ist ein schneller Sensor, zum Beispiel Triangulations-Lasersensor oder Liniensensor. Die Probenaufnahme ist als Scheibe ausgebildet, die im Bereich ihrer Peripherie wenigstens einen Probenhalter aufweist. Eine Anordnung zur Erzeugung von Relativbewegungen umfaßt einen Drehantrieb für eine Rotation der Scheibe und einen Stellantrieb für eine Translationsbewegung von Scheibe und Triangulations-Lasersensor relativ zueinander, die quer zu der Umlaufbahn gerichtet ist, welche die Probe um das Drehzentrum der Scheibe beschreibt.

DE 197 27 123 A 1

BEST AVAILABLE COPY

## Beschreibung

Die Erfindung bezieht sich auf eine Einrichtung zur berührungslosen Vermessung einer Oberfläche, insbesondere der Oberfläche einer Probe der menschlichen Haut, beziehungsweise der Oberfläche einer Haut-Replika, mit einem Lasersensor, mit einer Probenaufnahme, mit Anordnungen zur Erzeugung von Relativbewegungen zwischen Probenaufnahme und Lasersensor und mit einer dem Lasersensor nachgeschalteten Auswertung und Umsetzung der Meßwerte beziehungsweise Bilddaten in ein zwei- oder dreidimensionales Bild und Charakterisierung der Oberfläche der Probe.

Es ist bekannt, insbesondere für kosmetische Zwecke, die Oberfläche einer Hautprobe beziehungsweise einer Haut-Replika mit einem Lasersensor punktwise abzutasten, also zu "scannen" und jeden abgetasteten Punkt der Oberfläche in zugeordnete Bilddaten umzusetzen, aus denen mit entsprechenden Datenverarbeitungsgeräten eine Wiedergabe eines wirklichkeitsgetreuen dreidimensionalen flächenhaften Bildes der Haut beziehungsweise der Replika gewonnen werden kann.

Das Scannen einer Haut-Replika dauert bei einer zu scannenden quadratischen Fläche der Probe von 1 cm<sup>2</sup> circa acht Minuten.

Die Langsamkeit des "Scannens" beziehungsweise Abtastens mit einem Lasersensor mag für die geschilderten kosmetischen Zwecke wohl noch akzeptabel sein, obwohl schnellere Messungen sehr wohl vorteilhaft wären. Für die berührungslose Vermessung anderer Oberflächen, beispielsweise polierter oder gelackter Oberflächen von Bauteilen arbeiten die Einrichtungen jedoch zu langsam, um in industriellen Größenordnungen nutzbar zu sein. Dabei ist bei solchen Einrichtungen generell auch zu berücksichtigen, daß der eigentlichen Vermessung Rüstzeiten vorangehen, welche die Herstellung und Bereitstellung einer Probe an sich bis zur Inbetriebsetzung der Einrichtung selbst umfassen und schließlich auch noch die Auswertung zur Umsetzung der Meßwerte beziehungsweise Bilddaten in zwei- oder dreidimensionale flächenhafte Bilder.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, die Einrichtung dahingehend zu verbessern, daß sie eine schnelle berührungslose Vermessung zur flächenhaften Bilddatenerfassung ermöglicht.

Diese Aufgabe ist erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß als Lasersensor ein schneller Sensor, zum Beispiel Triangulations-Lasersensor oder Liniensensor verwendet wird, daß die Probenaufnahme als Scheibe ausgebildet ist, die im Bereich ihrer Peripherie wenigstens einen Probenhalter aufweist und daß die Anordnungen zur Erzeugung von Relativbewegungen einen Drehantrieb für eine Rotation der Scheibe umfaßt und einen Stellantrieb für eine Translationsbewegung von Scheibe und Triangulations-Lasersensor relativ zueinander, die quer zur Umlaufbahn gerichtet ist, welche die im Probenhalter der als Probenaufnahme dienenden Scheibe befindliche Probe um das Drehzentrum der Scheibe beschreibt.

Triangulations-Lasersensoren arbeiten nach dem Prinzip der optischen Triangulation, wobei ein Produkt mit einem Laserstrahl angestrahlt wird. Das diffus reflektierende Objekt wird dann das Licht in alle Richtungen zerstreuen. Ein Teil davon wird durch Linsen aufgefangen und als Lichtfleck auf einen positionsempfindlichen Detektor projiziert. Da die Lage dieses Lichtpunktes bestimmt wird durch den Abstand zwischen dem Lasersensor und dem angestrahlten Produkt ergeben sich aufgrund der genutzten Laserlichtrückkopplung hohe Meßgeschwindigkeiten Triangulations-Lasersensoren werden deshalb bevorzugt zur Dickenmessung in in-

dustriellen Fertigungsvorgängen, beispielsweise Folienherstellung, Papierherstellung und dergleichen genutzt.

Bei der erfindungsgemäßen Einrichtung wird ein solcher Triangulations-Lasersensor, vorzugsweise ein doppelter Triangulations-Lasersensor, nunmehr dazu genutzt, berührungslose Vermessung von Oberflächen von entsprechenden Proben rasch und somit im industriellen Maßstab durchzuführen. Dies ermöglicht insbesondere auch die als Probenaufnahme dienende rotierende Scheibe, die die Probe in ihrem äußeren Bereich, vorzugsweise in der Scheibenebene aufnimmt. Der erfindungsgemäß verwendete Triangulations-Lasersensor kann mit einer hohen Taktfrequenz bis 300 kHz arbeiten und bietet daher die Nutzung hoher Meßgeschwindigkeiten, die für eine flächenhafte Bilddatenerfassung, zum Beispiel einer Hautoberfläche, die für kosmetische Zwecke vermessen werden soll, genutzt werden kann.

Durch das relative Zusammenwirken von schneller Rotation der Proben auf ihrer Umlaufbahn und dem darauf abgestimmten Vorschub durch die Translation zwischen der Probenaufnahme und dem Triangulations-Lasersensor sowie eine entsprechende Triggerung erfolgt für die einzelnen Proben eine schnelle flächenhafte dreidimensionale Bilddatenerfassung beliebiger Größen.

Die Translationsbewegung von Scheibe und Lasersensor relativ zueinander kann dadurch erzeugt werden, daß ein Stellantrieb entweder die Scheibe, also die Probenaufnahme, gegenüber dem Lasersensor translatorisch verschiebt oder den Lasersensor selbst gegenüber der Probenaufnahme, also der Scheibe, parallel zur Scheibenebene bewegt. Es ist auch möglich, sowohl der Probenaufnahme, also der Scheibe, als auch dem Lasersensor jeweils einen Stellantrieb zuzuordnen, so daß beide Baueinheiten die translatorische Bewegung relativ zueinander getrennt und/oder kombiniert durchführen können.

Bevorzugt, weil konstruktiv relativ einfach ausführbar, ist eine Ausgestaltung der Einrichtung, bei der sie ein sich quer zur Umlaufbahn erstreckendes Portal aufweist, an dem ein die Triangulations-Lasersensor tragendes Verbindungsglied zur Ausführung der Translationsbewegung mittels des Stellantriebs längenverschiebbar gehalten ist. Selbstverständlich kann anstatt eines Portals jede andere geeignete Halterung, zum Beispiel eine Säule, verwendet werden.

Diese Ausgestaltung der Einrichtung zeichnet sich nach einer Weiterbildung des weiteren noch vorteilhaft dadurch aus, daß sie eine Vorrichtung zur Einstellung und Justierung des Abstandes des Lasersensors von der Oberfläche der Probe aufweist, wobei eine solche Vorrichtung zur Einstellung und Justierung vorzugsweise Bestandteil des Verbindungsgliedes ist. Dadurch kann der Laser-Meßstrahl in idealer Weise senkrecht auf die Probe gerichtet sein, wodurch eine kontrollierte Verschiebung des Lasersensors gegenüber der als Probenaufnahme dienenden rotierenden Scheibe problemlos möglich ist.

Die erfindungsgemäße Ausgestaltung hat den Vorteil, daß bei einer Hautmessung ein zum Beispiel 1 cm<sup>2</sup> großes fast quadratisches Bildfeld aufgenommen werden kann, wobei die Meßzeit weniger als eine Minute pro Probe beträgt. Damit ist der kostengünstige Einsatz der Einrichtung unter industriellen Bedingungen ohne weiteres erreichbar. Mehrere Probenhalter sind auf der als Probenaufnahme dienenden Scheibe angeordnet, und zwar in einer Reihe hintereinander entlang der Umlaufbahn um das Drehzentrum, die in einen vorbestimmten radialen Abstand vom Drehzentrum verläuft. Jeder Probenhalter mit der darin gehaltenen Probe bewegt sich bei Rotation der Scheibe somit auf einer Kreisbahn und passiert dabei den Meßbereich des Triangulations-Lasersensors bei jeder Umdrehung.

Als Probenhalter können einfache Vertiefungen in der

Scheibe vorgesehen sein. Es ist jedoch auch möglich, die jeweiligen Proben in einem Einsatz zu befestigen und diesen Einsatz wiederum in einen Probenhalter zu befestigen, wobei jeder Probenhalter mit Vorteil Mittel zur Ausrichtung und Justierung der eingesetzten Probe beziehungsweise des die Probe enthaltenen Einsatzes aufweisen kann.

Selbstverständlich kann die Einrichtung auch so ausgebildet sein, daß die Probenhalter an der dem Scheibenrand entsprechenden Umfangsfläche angeordnet sind. Auch dabei bleibt der Lasersensor bei entsprechend geänderter Anordnung innerhalb der Einrichtung immer senkrecht auf die Probe gerichtet beziehungsweise auf die Umfangsfläche der Scheibe an oder in der die jeweilige Probe gehalten ist, zum Beispiel mit einem Probenhalter.

Mit besonderem Vorteil sind an der Einrichtung auch Mittel zur Erfassung der Drehstellung der als Probenaufnahme dienenden Scheibe vorgesehen. Der Scheibenumfang kann zum Beispiel mit einem davon weiter radial vorkragenden Kranz versehen sein, der in regelmäßigen Abständen Schlitz- oder dergleichen Durchbrechungen aufweist. Dem Kranz mit den Durchbrechungen kann eine Lichtschranke zugeordnet sein. Bei Rotation der Scheibe läßt sich die Drehstellung der Scheibe mit Hilfe der Lichtschranke und der Durchbrechungen im Kranz der Scheibe identifizieren und bei der Auswertung der Meßwerte zu Bilddaten mit nutzen. Weil die Probenhalter und die Durchbrechungen im Kranz hinsichtlich ihrer Position an der Scheibe in bestimmter Rotation zueinander stehen, lassen sich auch die Proben, die jeweils gerade den Arbeitsbereich des Lasersensors durchlaufen, identifizieren. Der Drehantrieb für die Rotation der Scheibe kann auch als Schrittmotor ausgebildet sein, der ebenfalls eine Identifizierung der Drehstellung zuläßt.

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung, aus dem sich weitere erfinderische Merkmale ergeben, ist in der Zeichnung dargestellt. Es zeigen:

**Fig. 1** eine schematische Seitenansicht einer Einrichtung zur berührungslosen Vermessung.

**Fig. 2** eine Draufsicht der Probenaufnahme der Einrichtung gemäß **Fig. 1**.

**Fig. 3** eine schematische Seitenansicht eines Randbereiches der als Probenaufnahme dienenden Scheibe im Schnitt mit einem Probenhalter an der dem Scheibenrand entsprechenden Umfangsfläche.

In **Fig. 1** ist eine Einrichtung zur berührungslosen Vermessung einer Oberfläche 1 einer Probe 2 eines Abdruckes der menschlichen Haut, und damit einer Haut-Replika, schematisch im Schnitt dargestellt, um die wichtigsten Bauteile der Einrichtung und deren Funktion zu verdeutlichen.

Die berührungslose Vermessung erfolgt mit einem Triangulations-Lasersensor 3, der etwa mittig an seiner Unterseite an der Austrittsöffnung 4 einen Laserstrahl lotrecht nach unten abstrahlt. Der Laserstrahl trifft auf eine zu vermessende Oberfläche 1, wird an der Oberfläche 1 reflektiert und die Reflexion wird von den Sensoren aufgefangen, die durch die hier sichtbaren Empfangslinsen 5, 6 angedeutet sind.

Eine Probenaufnahme 7, die hier als Scheibe 8 ausgebildet ist, weist im Bereich der Peripherie der Scheibe 8 mehrere Probenhalter 9 in Form von Vertiefungen auf, in welche die Proben 2 passend einsetzbar sind, wie es durch den Pfeil 10 angedeutet wird.

Es sind Anordnungen zur Erzeugung von Relativbewegungen zwischen der als Scheibe 8 ausgebildeten Probenaufnahme 7 und dem Triangulations-Lasersensor 3 vorgesehen, die hier einen Drehantrieb 11 für eine Rotation der Scheibe 8 umfassen und wenigstens einen Stellantrieb für eine Translationsbewegung von der Scheibe 8 und dem Triangulations-Lasersensor 3 relativ zueinander, wobei die

Translationsbewegung quer zu der Umlaufbahn gerichtet ist, welche die im Probenhalter 9 der als Probenaufnahme 7 dienenden Scheibe 8 befindliche Probe 2 um das Drehzentrum 12 der Scheibe 8 beschreibt.

Die relative Translationsbewegung zwischen Scheibe 8 und Triangulations-Lasersensor 3 kann mit unterschiedlich ausgeführten Konstruktionen verwirklicht werden. In **Fig. 1** sind verschiedene Möglichkeiten zur Ausführung der Translationsbewegung angedeutet. Eine erste Möglichkeit der konstruktiven Ausführung umfaßt ein sich quer zur Umlaufbahn erstreckendes Portal 112 an dem ein den Triangulations-Lasersensor 3 tragendes Verbindungsglied 13 zur Ausführung der Translationsbewegung mittels eines nicht weiter dargestellten Stellantriebs in Richtung der Pfeile 14, also entlang des Portals, längsverschiebbar gehalten ist. Bestandteil des Verbindungsgliedes 13 kann auch noch eine Vorrichtung zur Einstellung und Justierung des Abstandes des Lasersensors 3 von der Oberfläche 1 der Probe 2 beziehungsweise von der Scheibe 8 sein. Diese Einstellmöglichkeit ist durch den Doppelpfeil 15 angedeutet.

Eine zweite Möglichkeit zur Ausführung einer Translationsbewegung sieht vor, daß die gesamte Probenaufnahme 7 zusammen mit ihrem Drehantrieb 11 auf Schlitten 16 angeordnet ist, wobei diese Schlitten 16 in jeweils zugeordneten Führungsbetten 17 lotrecht zur Zeichnungsebene verschiebbar sind. Als Stellantrieb können auf hier angedeutete Stellspindeln 18 zur Verschiebung der Schlitten 16 wirkende Stellmotoren zur Anwendung kommen.

Eine dritte Möglichkeit sieht vor, daß das gesamte Portal 112 in seinem Fußbereich in Führungsbetten lotrecht zur Zeichnungsebene verschiebbar ist, wobei dafür auch wieder nicht weiter dargestellte Spindeln mit Stellmotoren verwendet werden können. Diese Möglichkeit ist durch die rechts und links angedeuteten Schwalbenschwanzführungen 19 angedeutet.

Sämtliche Möglichkeiten zur Ausführung von Translationsbewegungen können auch miteinander an einer Einrichtung kombiniert sein, wobei sie steuerungsmäßig durch entsprechende Einrichtungen untereinander verknüpft sind.

An der als Probenaufnahme 7 dienenden Scheibe 8 befindet sich am Umfangsrand ein Kranz 20, der radial vorkragt. Mit 21 ist eine Lichtschranke bezeichnet. Der Kranz 20 weist in regelmäßigen Abständen Durchbrechungen, zum Beispiel Randeinkerbungen 22 (**Fig. 2**) auf, so daß der Kranz 20 mit seinen Kerben 22 und die Lichtschranke ein Mittel zur Erfassung der Drehstellung der als Probenaufnahme 7 dienenden Scheibe 8 bilden.

**Fig. 2** zeigt eine Draufsicht auf die als Probenaufnahme 7 dienende Scheibe 8. Gleiche Bauteile sind mit gleichen Bezugszahlen bezeichnet.

Das Portal 112 ist hier lediglich durch eine strichpunktiierte Linie angedeutet, wobei eine Translationsbewegung relativ zwischen Portal 112 und damit zwischen dem am Portal 112 gehaltenen Lasersensor 3 und der Scheibe 8 durch die Doppelpfeile 23 angedeutet ist.

**Fig. 2** läßt insbesondere erkennen, daß eine Vielzahl von Probenhaltern 9 auf der als Probenaufnahme 7 dienenden Scheibe 8 derart angeordnet ist, daß eine Probe 2 bei Scheibendrehung in der Scheibenebene um das Drehzentrum 12 der Scheibe 8 in einem vorbestimmten radialen Abstand vom Drehzentrum 12 umläuft. Jede Probenaufnahme 7 mit der darin aufgenommenen Probe 2, deren Oberfläche 1 es zu vermessen gilt, passiert dabei den Arbeitsbereich des Lasersensors 3, wobei eine Abtastung der gesamten Probe 2 in Verbindung mit der relativen Translationsbewegung erfolgt. Durch die beschriebenen Mittel zur Erfassung der Drehstellung der als Probenaufnahme 7 dienenden Scheibe 8 kann die hier nicht weiter dargestellte nachgeschaltete Auswer-

BEST AVAILABLE COPY

tung zur Umsetzung der Meßwerte beziehungsweise Bilddaten die einzelnen, umlaufenden Proben 2 auch identifizieren.

Fig. 3 zeigt eine andere Ausführung der Anordnung von Probenhaltern 9 mit Proben 2 an der dem Scheibenrand entsprechenden Umfangsfläche 24 der Scheibe 8. Der Probenhalter 9', der hier ebenfalls wie die Probenhalter 9 als Vertiefung ausgebildet ist, kann mit einem Mittel zur Ausrichtung und Justierung der einzelnen Probe 2 versehen werden, wobei dieses Mittel hier als einfache Stell- und Klemmschraube 25 ausgebildet ist. Selbstverständlich können auch die Probenhalter 9 (Fig. 1 und Fig. 2), die in Reihe hintereinander entlang der Umlaufbahn um das Drehzentrum 12 der Scheibe 8 verteilt sind, mit entsprechenden Mitteln zur Ausrichtung und Justierung der jeweils eingesetzten Probe 2 versehen werden.

Bei der Ausgestaltung entsprechend Fig. 3, muß allerdings der Lasersensor 3 in eine Ausrichtung zur Scheibe 8 gebracht werden, bei der seine Wirkrichtung senkrecht zur Umfangsfläche 24 der Scheibe 8 und damit zur Oberfläche 1 der zu vermessenden Probe 2 steht.

#### Patentansprüche

1. Einrichtung zur berührungslosen Vermessung einer Oberfläche, insbesondere der Oberfläche einer Probe der menschlichen Haut, beziehungsweise der Oberfläche einer Haut-Replika, mit einem Lasersensor, mit einer Probenaufnahme, mit Anordnungen zur Erzeugung von Relativbewegungen zwischen der Probenaufnahme und dem Lasersensor und mit einer dem Lasersensor nachgeschalteten Auswertung zwecks Umsetzung der Meßwerte beziehungsweise Bilddaten in ein zwei- oder dreidimensionales Bild und Charakterisierung der vermessenen Oberfläche der Probe, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Lasersensor ein schneller Sensor, zum Beispiel Triangulations-Lasersensor (3) oder Liniensensor ist, daß die Probenaufnahme (7) als Scheibe (8) ausgebildet ist, die im Bereich ihrer Peripherie wenigstens einen Probenhalter (9, 9') aufweist und daß die Anordnungen zur Erzeugung von Relativbewegungen einen Drehantrieb (11) für eine Rotation der Scheibe (8) umfassen und einen Stellantrieb für eine Translationsbewegung von Scheibe (8) und Triangulations-Lasersensor (3) relativ zueinander, dies quer zu der Umlaufbahn gerichtet ist, welche die im Probenhalter (9, 9') der als Probenaufnahme (7) dienenden Scheibe (8) befindliche Probe (2) um das Drehzentrum (12) der Scheibe (8) beschreibt.
2. Einrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß sie ein sich quer zur Umlaufbahn erstreckendes Portal (112) aufweist, an dem ein den Triangulations-Lasersensor (3) tragendes Verbindungsglied (13) zur Ausführung der Translationsbewegung mittels des Stellantriebs längsverschiebbar gehalten ist.
3. Einrichtung nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß sie eine Vorrichtung zur Einstellung und Justierung des Abstandes des Lasersensors (3) von der Oberfläche (1) der Probe (2) aufweist.
4. Einrichtung nach einem der Ansprüche 1-3, dadurch gekennzeichnet, daß die Vorrichtung zur Einstellung und Justierung Bestandteil des Verbindungsgliedes (13) ist.
5. Einrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß wenigstens ein Probenhalter (9) auf der als Probenaufnahme (7) dienenden Scheibe (8) angeordnet ist, derart, daß eine Probe (2) bei Scheibendrehung in der Scheibenebene

um das Drehzentrum (12) der Scheibe (8) in einem vorbestimmten radialen Abstand vom Drehzentrum (12) umläuft.

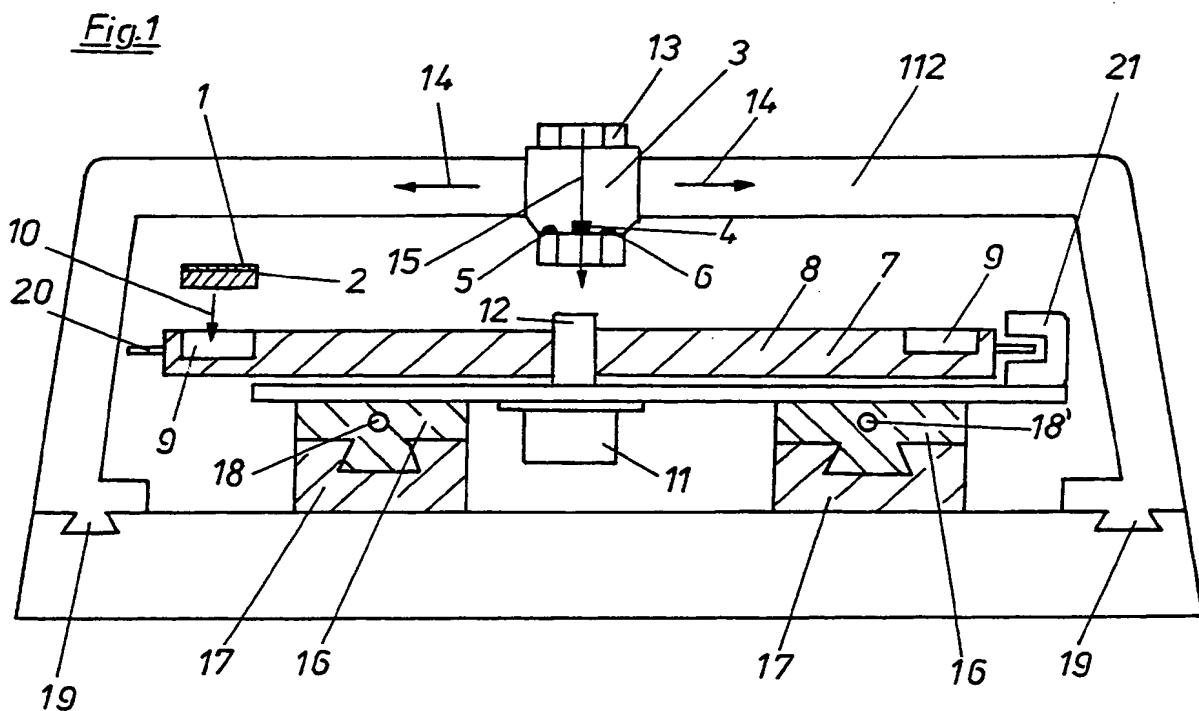
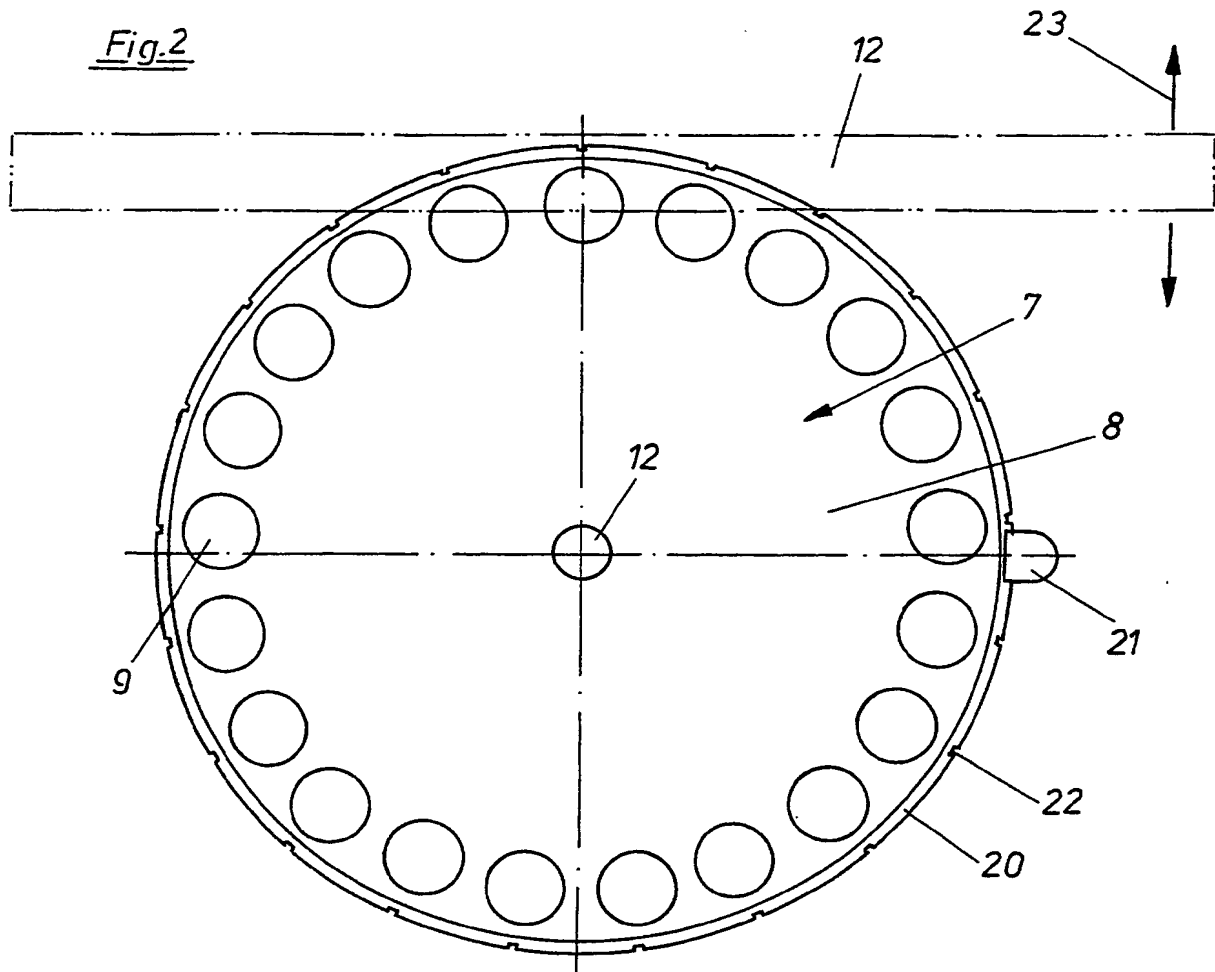
6. Einrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß mehrere Probenhalter (9) in Reihe hintereinander entlang der Umlaufbahn um das Drehzentrum (12) verteilt sind.

7. Einrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß wenigstens ein Probenhalter (9') an der dem Scheibenrand entsprechenden Umfangsfläche (24) der Scheibe (8) angeordnet ist.

8. Einrichtung nach einem der Ansprüche 1-7, dadurch gekennzeichnet, daß jeder Probenhalter (9, 9') Mittel zur Ausrichtung und Justierung der eingesetzten Probe aufweist.

9. Einrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß Mittel zur Erfassung der Drehstellung der als Probenaufnahme (7) dienenden Scheibe (8) vorgesehen sind.

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen



BEST AVAILABLE COPY

Fig. 3

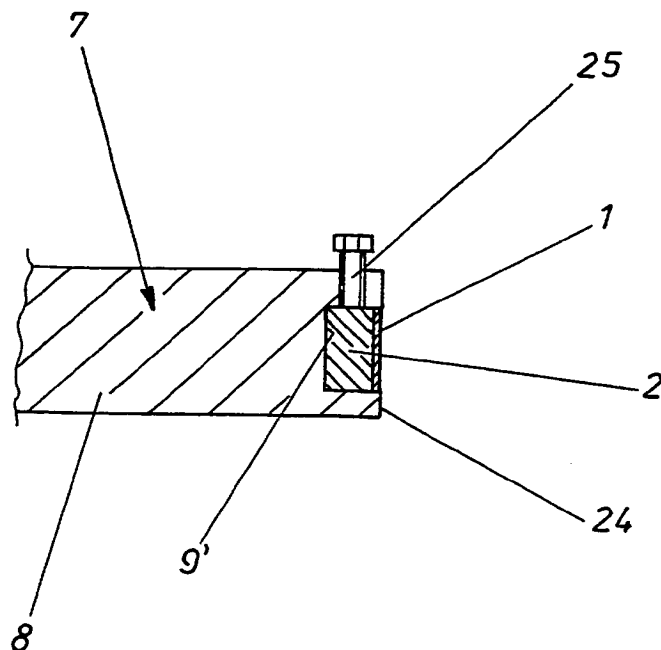


Fig.2

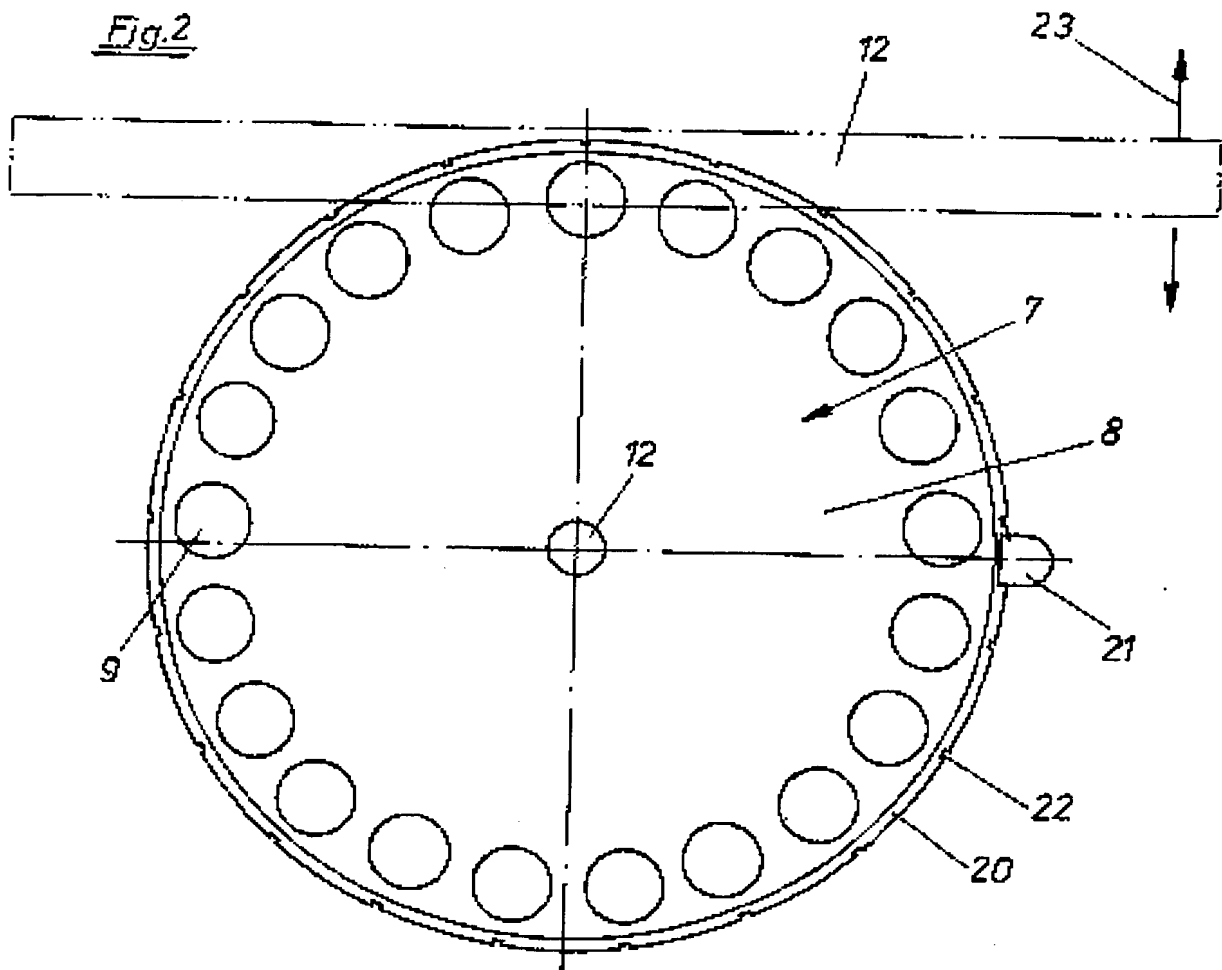
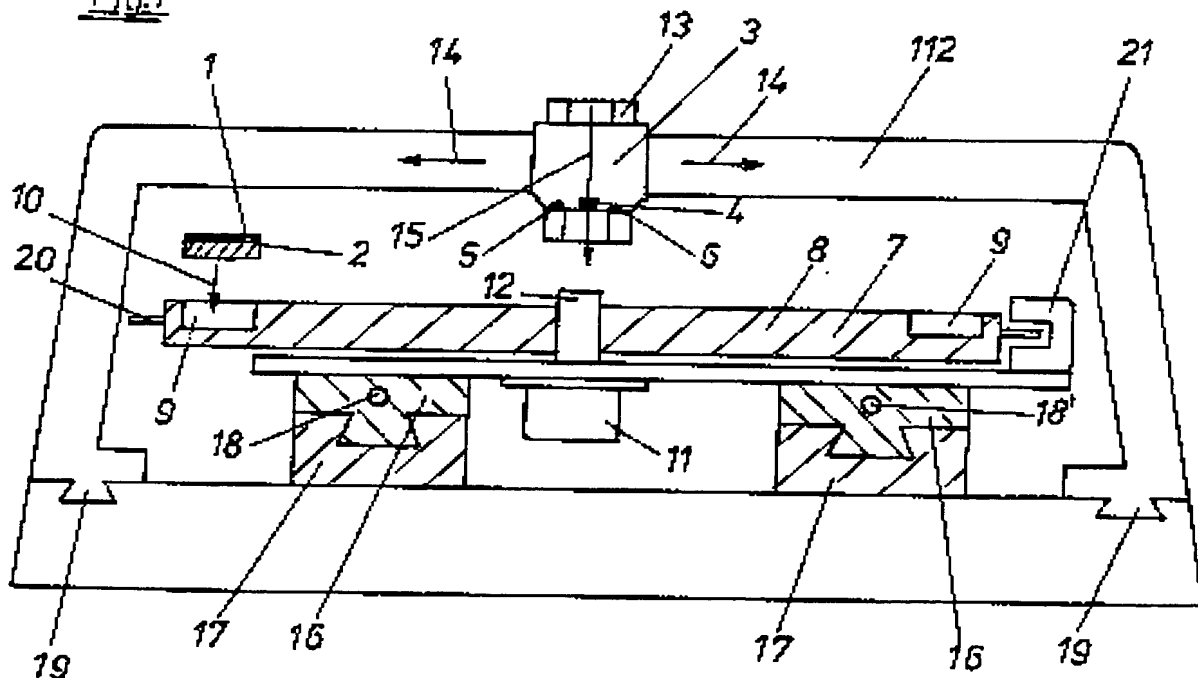


Fig.1



BEST AVAILABLE COPY

B02 081/225

Fig. 3

